



JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

# Seminar Nasional **SNPTE** Pendidikan Teknik Elektro

Prospek, Tantangan, dan Peluang Teknik Elektro  
dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN



## Seminar Nasional **SNPTE** Pendidikan Teknik Elektro

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Website : <http://elektro.ft.uny.ac.id>



9 770216 034076

Yogyakarta, 7 November 2015



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga pelaksanaan “Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro (SNPTE) 2015” dapat terlaksana dengan baik.

Penyelenggaraan SNPTE 2015 ini merupakan kegiatan ke sebelas kalinya sejak diselenggarakan mulai tahun 2005 dan merupakan salah satu kegiatan rutin yang dilaksanakan setiap tahunnya oleh Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Tema yang dipilih setiap tahunnya selalu berubah sesuai dengan kondisi kebutuhan di dunia pendidikan teknik elektro saat ini. Dalam SNPTE 2015 ini telah terkumpul 25 makalah. Makalah tersebut merupakan makalah yang ditulis peneliti dari berbagai kalangan pendidik..

Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Terimakasih kami sampaikan kepada Bapak Rektor Universitas Negeri Yogyakarta, Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, para reviewer dan seluruh civitas akademika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan banyak berkontribusi. Tak lupa disampaikan terimakasih kepada para peserta yang telah mengirimkan makalah dan para mahasiswa yang aktif membantu dalam kegiatan seminar ini

Kami menyadari, bahwa pelaksanaan kegiatan ini masih banyak kekurangan. Untuk perbaikan pelaksanaan di masa yang akan datang, sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Yogyakarta, 7 Nopember 2015

Panitia SNPTE 2015

## DAFTAR ISI

1. PELAKSANAAN PEMBELAJARAN PRAKTIK MESIN LISTRIK MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Oleh Ahmad Sujadi, Sunyoto, Toto Sukisno.....	1
2. PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRAFO DISTRIBUSI PT SUPRATIK SURYAMAS Oleh Alex Sandria Jaya W, Sasongko Pramono H, Suharyanto .....	12
3. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PEKERJAAN DALAM KONDISI BERTEGANGAN BEBASIS K3 Oleh Djoko Laras Budiyo T, K. Ima Ismara, Alex Sandria J W .....	20
4. PENGUATAN JARINGAN ALUMNI SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KUALITAS AKREDITASI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO Oleh Faranita Surwi, Nur Kholis, Muh. Khairudin .....	30
5. PENGEMBANGAN BAHAN AJAR SISTEM KENDALI CERDAS DENGAN MODEL PENDEKATAN PROBLEM BASE Oleh Haryanto .	37
6. SISTEM KENDALI POSISI DAN KECEPATAN MOTOR DC VEXTA UNTUK MANIPULATOR ROBOT SEBAGAI MODUL PRAKTIK ROBOTIKA Oleh Herlambang Sigit P, Sigit Yatmono, Ariadie Chandra N .....	45
7. PEMBUATAN RANGKAIAN SENSOR FINGERPRINT SEBAGAI MODUL PRAKTIK MATAKULIAH SENSOR DAN TRANSDUSER Oleh Ilmawan Mustaqim dan Deny Budi H .....	52
8. TANTANGAN PENDIDIK VOKASIONAL MENUJU TAHUN EMAS INDONESIA Oleh Istanto Wahyu Djatmiko .....	63
9. PEMBELAJARAN ELEKTRONIKA DASAR BERBASIS PROYEK MENGGUNAKAN SIMULATOR CIRCUIT MAKER Oleh Muchlas ....	69
10. DESAIN ROBOT LENGAN RAKET DENGAN KOMBINASI AKTUATOR MOTOR DAN PNEUMATIK UNTUK MENDAPATKAN OPTIMASI PUKULAN Oleh Muh. Khairudin, R. Asnawi, S. Hadi .....	74
11. ANALISIS KINERJA KEPALA LABORATORIUM DAN BENGKEL SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN Oleh Mutaqqin ...	80
12. PENGEMBANGAN ROBOT BIPEDAL BERBASIS CM510 Oleh Sigit Yatmono dan Ilmawan Mustaqim .....	89
13. PENGEMBANGAN MESIN SORTIR BERPENGENDALI PLC SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIK BERBASIS STUDENT CENTERED LEARNING DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN Oleh Sukir .....	96

<b>14. PENGUKUR FREKUENSI GELOMBANG SINUS AUDIO ENAM KANAL UNTUK ALAT PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAN TEKNIK AUDIO Oleh Sunomo .....</b>	<b>106</b>
<b>15. PENGEMBANGAN MODUL SEBAGAI UPAYA UNTUK PENINGKATAN KOMPETENSI PADA MATA KULIAH MESIN LISTRIK MAHASISWA PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Oleh Sunyoto, Ahmad Sujadi, Basrowi, Nurhening Y .....</b>	<b>112</b>
<b>16. TINGKAT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FT UNY: SEBUAH UPAYA MENUJU ISO 50001 Oleh Toto Sukisno, Nurhening Yuniarti, Sunyoto .....</b>	<b>124</b>
<b>17. PENGEMBANGAN DESKRIPTOR KKNi BIDANG KETENAGALISTRIKAN SEBAGAI BASIS REKOGNISI PEMBELAJARAN LAMPAU (RPL) Oleh Zamtinah .....</b>	<b>129</b>
<b>18. ANALISIS RELEVANSI DAN ANTISIPASI KEBUTUHAN DUNIA KERJA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D3 FT UNY Oleh Rustam Asnawi, Setyo Utomo, Zamtinah, Nurhening Y, Eko Prianto .....</b>	<b>135</b>
<b>19. KESIAPAN PROSES PEMBELAJARAN SMK BIDANG STUDI KEAHLIAN TEKNOLOGI DAN REKAYASA SE-KOTA LUBUKLINGGAU DALAM IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 Oleh Pramudita Budiastuti, Ilham Akbar Darmawan .....</b>	<b>145</b>
<b>20. PENINGKATAN KOMPETENSI TEKNIK LISTRIK SISWA ELIN DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN MELALUI MODEL PEMBELAJARAN GUIDED DISCOVERY Oleh Eko Swi Damarwan, Suharni .....</b>	<b>152</b>
<b>21. PENCAPAIAN KOMPETENSI SISWA DALAM PEMBELAJARAN PITL KELAS XI PROGRAM KEAHLIAN TITL SMK DENGAN PENDEKATAN KONTEKSTUAL Oleh Asni Tafrikhatin, S.Pd, Nova Eka Budiyanta, S.Pd .....</b>	<b>159</b>
<b>22. RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK PENGHITUNG KEBUTUHAN GIZI MASYARAKAT Oleh Deny Budi Hertanto, Ariadie Chandra Nugraha, Titin Hera Widi Handayani .....</b>	<b>167</b>
<b>23. PERANGKAT VISUALISASI BIT DATA SERIAL SEBAGAI MODUL PRAKTIK MATA KULIAH KOMUNIKASI DATA Oleh Ariadie Chandra Nugraha, Didik Hariyanto, Andik Asmara .....</b>	<b>172</b>
<b>24. KEEFEKTIFAN SISTEM EVALUASI DIRI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN BERBASIS WEB SEBAGAI SARANA PENGEMBANGAN SMK UNGGULAN BERBASIS POTENSI LOKAL Oleh Muhamad Ali, Lantip Diat Prasajo .....</b>	<b>179</b>
<b>25. PENGEMBANGAN INSTRUMEN UJI KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK INSTALASI PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK BAGI GURU SMK Oleh Hartoyo .....</b>	<b>184</b>

# PEMBELAJARAN ELEKTRONIKA DASAR BERBASIS PROYEK MENGUNAKAN SIMULATOR *CIRCUIT MAKER*

Muchlas

Dosen Universitas Ahmad Dahlan

E-mail: muchlas.te@uad.ac.id

## ABSTRAK

Tuntutan dunia usaha dan industri saat ini terhadap lulusan perguruan tinggi teknik tidak hanya tersedianya lulusan yang memiliki kemampuan teknis saja melainkan juga lulusan harus memiliki keterampilan profesional yang memadai. Penggunaan pendekatan *project-based learning* (PBL) dalam sebuah pembelajaran diyakini dapat memenuhi tuntutan itu. Melalui studi ini, telah diimplementasikan PBL dalam pembelajaran Elektronika Dasar dengan menggunakan media simulator *Circuit Maker*. Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan PBL menggunakan simulator *Circuit Maker* dapat dijalankan dengan mudah dan memberikan persepsi yang baik di kalangan mahasiswa peserta kuliah Elektronika Dasar.

**Kata Kunci:** *project-based learning*, simulator *circuit maker*, elektronika dasar

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat dan meningkatnya kompleksitas tuntutan masyarakat global saat ini, telah memicu tumbuhnya kebutuhan-kebutuhan baru dunia usaha maupun industri terhadap spesifikasi lulusan perguruan tinggi. Kalangan dunia industri tidak lagi menuntut tersedianya kompetensi pada aspek teknis saja, namun menghendaki pula tersedianya lulusan dengan *professional skills* yang memadai. Situasi seperti ini tentu menjadi tantangan bagi perguruan tinggi untuk dapat mengembangkan berbagai strategi dalam penyampaian materi pelajaran agar *outcome* sesuai dengan tuntutan kalangan dunia usaha dunia industri tersebut.

Pembelajaran mata kuliah Elektronika Dasar pada program studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan selama ini diberikan sebagian besar dengan cara konvensional melalui tatap muka menggunakan *oral presentation* oleh dosen di depan kelas. Dari aspek teknis, metode ceramah ini yang dilengkapi dengan dukungan media pembelajaran yang memadai, sesungguhnya telah dapat memenuhi fungsinya sebagai media *content delivery* yang efektif, namun jikauntutannya dapat menghasilkan pencapaian yang baik dalam

aspek *professional skills*, metode ini masih belum dapat memenuhi harapan tersebut.

PBL adalah istilah yang merujuk ke salah satu dari dua istilah *project-based learning* atau *problem-based learning* yang oleh Savery (2006: 9-20) dimaknai sebagai suatu pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan dapat memberikan penguatan sehingga siswa mampu menjalankan penelitian, memadukan teori dan praktek, menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk menghasilkan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang didefinisikan. Melalui PBL diyakini proses pembelajaran dapat menghasilkan kemampuan *professional skills* yang memadai karena menurut Woods (1995), PBL menyediakan kemampuan-kemampuan yang dibutuhkan siswa dalam mengembangkan keterampilan profesional seperti kemampuan menyelesaikan masalah, keterampilan bekerja dalam kelompok, kemampuan adaptasi terhadap perubahan, kemampuan komunikasi, belajar mandiri dan keterampilan menilai diri sendiri.

Implementasi pendekatan PBL dalam pembelajaran di lingkungan pendidikan teknik elektro telah banyak dilakukan seperti oleh Martinez, et al (2011: 87-96) dengan tema PBL untuk pembelajaran Catu Daya dan Fotolistrik, juga Hosseinzadeh, et al, (2012: 495-501) dengan topik aplikasi PBL pada

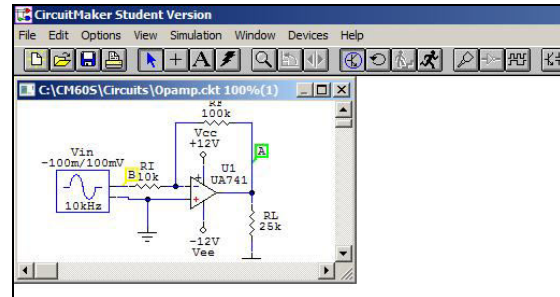
pembelajaran teknik system tenaga listrik. Implementasi PBL dalam pembelajaran yang sesuai dengan tema penelitian ini telah dilakukan misalnya oleh Mantri, et al (2008: 432-438) dengan topik disain dan evaluasi PBL pada materi Elektronika Analog.

Implementasi pendekatan PBL dalam pembelajaran Elektronika Dasar akan lebih bermakna sesuai dengan tujuan terbentuknya sikap professional dalam bidang teknik manakala didukung oleh kegiatan praktik laboratorium. Sayangnya, jika PBL diselenggarakan di laboratorium real maka prosesnya menjadi tidak fleksibel karena membutuhkan waktu dan tempat yang banyak, sehingga perlu dikembangkan media yang dapat menggantikan kegiatan laboratorium real tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dipilih adalah menyelenggarakan PBL dengan menggunakan simulator *Circuit Maker* untuk pembelajaran Elektronika Dasar.

Penggunaan simulator dalam sebuah proses pembelajaran dapat memberikan banyak keuntungan, antara lain: (1) kegiatan simulasi dapat meningkatkan pemahaman pada pembelajaran praktik (Colace, et al, 2004: 22-24); (2) kegiatan simulasi memberikan efektivitas yang sama dengan kegiatan praktik di laboratorium (Tzafestas, et al, 2006: 360-369; Corter, et. al, 2007: 1-27; (3) dari aspek alokasi biaya dan waktu, kegiatan simulasi lebih efisien dibandingkan kegiatan di laboratorium real (Candelas, et. al, 2006:1-6; Saleh, et al, 2009: 9-17); dan (4) pelaksanaan kegiatan simulasi lebih mudah dan fleksibel (Mateev, Todorova & Smrikarov, 2007: IV.11.1-6).

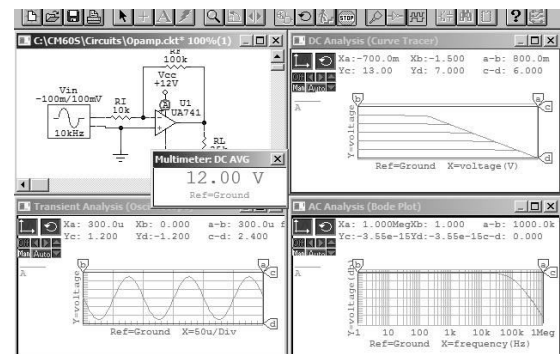
Circuit Maker adalah perangkat lunak dari Protel Technology, Inc., merupakan salah satu simulator yang menyediakan fitur-fitur untuk menggantikan fungsi laboratorium real Elektronika Dasar. Secara umum, perangkat lunak ini menyediakan dua fungsi yakni sebagai editor rangkaian elektronik dan simulator. Pada layar editor, pengguna dapat menyusun rangkaian elektronika yang diinginkan. Pemasangan komponen-komponen yang diperlukan dilakukan dengan cara *drag*

and drop, sehingga memberikan kemudahan bagi penggunaanya. Contoh tampilan layar editor pada *Circuit Maker* ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1. Contoh Tampilan Layar Editor Pada Circuit Maker**

Fitur simulasi yang disediakan cukup memberikan kebutuhan analisis dari rangkaian yang diselidiki seperti *DC Analysis*, *Transient Analysis*, dan *AC Analysis*. Contoh tampilan layar hasil analisis pada *Circuit Maker* ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



**Gambar 2. Contoh Tampilan Hasil Analisis Pada Circuit Maker**

## METODE

Implementasi pendekatan PBL dalam pembelajaran Elektronika Dasar menggunakan simulator *Circuit Maker* mengikuti alur proses seperti dideskripsikan berikut ini.

1. Dosen memberikan orientasi tentang penggunaan perangkat lunak *Circuit Maker* kepada mahasiswa peserta kuliah Elektronika Dasar.
2. Dosen membagi mahasiswa dalam kelompok-kelompok kerja masing-masing terdiri atas lima anggota. Peserta

kuliah ini sebanyak 48 orang sehingga terdapat 10 kelompok kerja.

3. Dosen memberikan definisi masalah yang harus diselesaikan oleh mahasiswa. Pada kegiatan ini, terdapat 10 masalah dengan topik tentang OPAMP meliputi: Rangkaian Pengali, Rangkaian Pembagi, Rangkaian Penjumlah, Rangkaian Pengurang, Komputer Analog, *Low Pass Filter*, *High Pass Filter*, *Band Pass Filter*, *Band Eliminating Filter*, dan Penguat Diferensial.
4. Kelompok Mahasiswa mengerjakan proyek untuk menjawab masalah yang telah didefinisikan melalui kegiatan praktik laboratorium *virtual* menggunakan simulator *Circuit Maker*.
5. Kelompok Mahasiswa menyusun laporan pelaksanaan proyek.
6. Kelompok Mahasiswa mempresentasikan hasil proyek yang telah dikerjakan.
7. Kelompok mahasiswa melakukan diskusi dengan kelompok lainnya tentang proyek yang dikerjakannya.

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa program studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan yang mengambil mata kuliah Elektronika Dasar sebanyak 48 orang. Kajian ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif untuk mengeksplorasi respons atau tanggapan subjek penelitian terhadap *treatment* pembelajaran yang diberlakukan oleh dosen yakni dengan pendekatan PBL menggunakan simulator *Circuit Maker*. Perangkat pembelajaran yang dilibatkan dalam studi ini adalah lembar deskripsi masalah dan beberapa gambar rangkaian sebagai pengarah untuk mengerjakan proyek.

Instrumen penelitian ini adalah angket persepsi mahasiswa bersifat tertutup yang terdiri atas 10 butir pernyataan dengan opsi pilihan persepsi sebanyak 4 buah seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Level Pilihan Persepsi**

Nilai	Pilihan Persepsi
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Pernyataan pada angket merupakan indikator untuk menggali persepsi mahasiswa terhadap pembelajaran yang diikutinya, meliputi aspek-aspek yang berhubungan dengan rasa (1) menyenangkan dalam mengikuti pelajaran; (2) lebih termotivasi untuk belajar lebih jauh; (3) memperoleh tambahan pengetahuan; (4) mudah dalam menggunakan media; (5) dapat mendorong kerja sama; (6) dapat menciptakan interaksi; (7) lebih menyenangkan dibandingkan menggunakan laboratorium real; (8) lebih fleksibel; (9) dapat meningkatkan keterampilan; dan (10) puas.

Analisis data yang digunakan adalah persentase yakni rasio antara skor yang diperoleh dari masing-masing aspek terhadap skor maksimum pilihan. Kriteria analisis yang digunakan ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 1. Kriteria Persentase Persepsi**

Persentase	Tingkat Persepsi
80% s.d. 100%	Sangat Baik
66% s.d. 79%	Baik
56% s.d. 65%	Kurang Baik
0% s.d. 55%	Tidak Baik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis kualitatif terhadap proses perancangan sampai dengan evaluasi pada pembelajaran dengan pendekatan PBL menggunakan simulator *Circuit Maker* untuk mata kuliah Elektronika Dasar, dapat dinyatakan bahwa pembelajaran ini mudah diimplementasikan dan dijalankan. Untuk mengawali kegiatan pembelajaran ini, dosen hanya cukup memberikan orientasi penggunaan perangkat lunak *Circuit Maker* kepada seluruh mahasiswa peserta kuliah.

Sekalipun demikian, dosen perlu memastikan bahwa sebelum memulai pembelajaran, mahasiswa sudah terampil menggunakan perangkat simulator ini.

Oleh karena mahasiswa dalam pembelajaran ini bekerja secara berkelompok di luar kelas dan tidak berinteraksi secara langsung dengan dosen, maka dosen menjadi memiliki waktu yang cukup banyak untuk memotivasi mahasiswa dalam mengerjakan proyek. Situasi seperti ini menjadi sangat menguntungkan bagi tercapainya pembelajaran yang efektif.

Dari aspek evaluasi, pembelajaran ini lebih dapat menggambarkan tingkat pencapaian yang diperoleh mahasiswa karena dilakukan melalui berbagai sistem penilaian berbasis portofolio mahasiswa. Dalam hal ini tingkat pencapaian mahasiswa diukur melalui aktivitas dalam menjalankan proyek, pembuatan laporan proyek, presentasi dan diskusi.

Berdasarkan analisis kuantitatif, pembelajaran yang diselenggarakan dalam studi ini memberikan persepsi rata-rata dari mahasiswa sebesar 80,5 %. Merujuk kriteria yang telah ditetapkan di bagian atas, hasil ini mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan pendekatan PBL menggunakan simulator *Circuit Maker* memperoleh persepsi yang sangat baik dari mahasiswa yang mengikutinya. Untuk masing-masing aspek, persentase persepsi mahasiswa ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Persentase Persepsi Masing-masing Aspek**

Berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa terdapat 7 aspek yang memberikan tingkat persepsi sangat baik, 2 aspek baik dan 1 aspek kurang baik. Hal ini berarti pembelajaran yang diberikan dipersepsikan oleh mahasiswa sebagai kegiatan yang: (1) menyenangkan; (2) dapat memotivasi belajar lebih jauh; (3) dapat menambah pengetahuan; (4) mudah dijalankan; (5) dapat mendorong kerja sama; (6) interaktif; (7) fleksibel; (8) dapat meningkatkan keterampilan; dan (9) memuaskan.

Temuan yang menarik dari studi ini adalah adanya persepsi yang kurang baik pada aspek perbandingan pembelajaran ini dengan praktik di laboratorium real. Dalam hal ini mahasiswa merasa bahwa pembelajaran menggunakan simulator tidak lebih menarik daripada pembelajaran praktik di laboratorium real. Situasi seperti ini dapat terjadi karena pemberian orientasi cara penggunaan perangkat lunak *Circuit Maker* yang belum tuntas. Hal ini terungkap melalui umpan balik beberapa mahasiswa pada akhir perkuliahan yang menyatakan bahwa mereka merasa kesulitan dalam mengoperasikan simulator selama pembelajaran berlangsung.

## SIMPULAN

Studi ini telah menunjukkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan PBL menggunakan simulator *Circuit Maker* untuk materi Elektronika Dasar dapat dirancang, diimplementasikan dan dievaluasi dengan mudah. Melalui studi ini juga telah dapat dibuktikan bahwa model pembelajaran yang telah digunakan ini memberikan persepsi yang sangat baik kepada mahasiswa yang mengikutinya. Proses yang perlu mendapat perhatian lebih dari dosen agar pembelajaran ini dapat berlangsung dengan baik adalah orientasi penggunaan simulator yang harus dilaksanakan secara tuntas



## DAFTAR RUJUKAN

- Candelas, F. A., Torres, F., Gil, P., Puente, S., & Pomares, J. (2006). Including the virtual laboratory concept in an on-line collaborative environment. *Published in advances in control education* (571-576). Laxenburg: International Federation of Automatic Control.
- Colace, F., De Santo, M. , & Pietrosanto, A. (2004). Work in progress-virtual lab for electronic engineering curricula. *Published in frontiers in education 2004* (T3C/22-T3C/24). Piscataway, NJ: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Corter, J. E., Nickerson, J. V., Esche, S. K., Chassapis, C., Im, S. & Ma, J. (2007). Constructing reality: A study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 14, no. 2, 7-27.
- Hosseinzadeh, N, & Hesamzadeh, M. R. (2012). Application of project-based learning (PBL) to the teaching of electrical power systems engineering. *IEEE Transactions on Education*, vol. 55, no. 4, 495-501.
- Mantri, A., Dutt, S., Jupta, J. P., & Chitkara, M. (2008). Design and evaluation of a PBL-based course in analog electronics. *IEEE Transactions on Education*, vol. 51, no. 4, 432-438.
- Martinez, F., Herrero, L. C. & de Pablo, S. (2011). Project-based learning and rubrics in the teaching of power supplies and photovoltaic electricity. *IEEE Transactions on Education*, vol. 54, no. 1, 87-96.
- Mateev, V., Todorova, S. & Smrikarov, A. (2007). Test system in digital logic design virtual laboratory tasks delivery. In B. Rachev, A. Smrikarov & D.Dimov (Eds.), *Proceedings of the 2007 international conference on computer systems and technologies* (IV.11-1-IV.11-6). New York, NY: ACM Inc.
- Saleh, K. F., Mohamed, A. M., & Madkour, H. (2009). Developing virtual laboratories environments for engineering education. *International Journal of Arts and Sciences*, vol. 3, no. 1, 9-17.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdiscipl. J. Problem-Based Learning*. Vol. 1, No. 1, 9-20.
- Tzafestas, C. S., Palaiologou, N. & Alifragis, M. (2006). Virtual and remote robotic laboratory: Comparative experimental evaluation. *IEEE Transactions on Education*, vol. 49, no. 3, 360-369.
- Wood, D. R. (1995). *Problem-Based Learning: Helping Your Students Gain the Most From PBL*. Hamilton, Canada: McMaster University Press.